

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Uncertainty-aware Human-Robot Collaboration using scheduling and reactive control
Jméno autora:	Marina Ionova
Typ práce:	díplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. David Woller
Pracoviště oponenta práce:	CIIRC, ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání hodnotím jako náročnější. Studentka v práci navrhuje plánovací a řídicí systém pro kolaborativní robotickou buňku, přičemž uvažuje nejistoty způsobené dvěma faktory: možnost změny vykonávaného rozvrhu rozhodnutím člověka a nedeterminističnost doby splnění jednotlivých úkonů. Kromě verifikace v simulačním prostředí zadání vyžaduje jistě náročnou demonstraci přístupu na reálném robotu.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání považuji za splněné. Práce prezentuje výsledky ke všem vytyčeným cílům a funkčnost robotického demonstrátorů je doložena videem. Drobnou nejasnost mám u bodu 3) <i>Implement a baseline method from the literature for simulation experiments</i> . Srovnání s referenční metodou bylo provedeno, nicméně z textu práce nejsem schopen jednoznačně říct, o jakou metodu se jedná. Autorka o referenční metodě prvně hovoří na straně 33 jako o <i>baseline task allocation algorithm</i> . Z textu práce lze vydedukovat, že se pravděpodobně jedná o přístup z reference [7]. Z textu práce ani odevzdaných příloh nejsem schopen určit, jaká implementace byla použita (vlastní X převzatá), případně kde je dostupná.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení považuji za správný. Rozvrhovací problém je vhodně formulován jako Constraint Programming problem a řešen nástrojem Google OR-Tools, řídicí systém robotu je navržen jako Behaviour Tree, celý software pro robotický demonstrátor je pak implementován v moderním systému ROS2.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň práce je na velmi dobré úrovni. Především kapitola 3, zavádějící terminologii potřebnou pro klasifikaci kolaborativních úloh je zpracována velmi důkladně. Naopak Kapitola 2 – Related Work by mohla být zpracována podrobněji. Autorka zde prezentuje výčet přístupů k problémům z oblastí Task allocation, Scheduling a Robot control. Například jsou zde uvedeny techniky: Genetic Algorithms, Petri Nets, State-Space Analysis a Linear programming jakožto příklady populárních přístupů k řešení statických rozvrhovacích problémů. Zde by autorka měla lépe rozlišovat mezi modelovacími formalismy a samotnými optimalizačními metodami. Dále je v textu uvedeno následující: <i>Comparative experiments have shown that constraint programming has</i>	

performed better than the widely used genetic algorithm in scheduling. Zde bych ocenil podrobnější diskuzi vlastností obou přístupů v aspektech jako: škálovatelnost, kvalita řešení, robustnost.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Samotný text práce (bez referencí, příloh aj.) čítá 45 stran, což považuji za adekvátní. Práce je psána velmi dobrou angličtinou a obsahuje malé množství typografických chyb. Např. na straně 5 jsou po sobě jdoucí reference psány třemi různými způsoby ([12][13] vs. [14] [15] vs. [22, 23, 24]).

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Práce cituje celkem 45 zdrojů, které vhodně doplňují text práce. Bibliografické citace jsou korektně uvedeny v souladu s citačními zvyklostmi.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Otázky k obhajobě:

- 1) Objasněte, jakou metodu jste použila jako referenční – jedná se o metodu ze zdroje [7]? Upřesněte, jakou implementaci jste použila a kde je dostupná.
- 2) K řešení rozvrhovacího problému jste použila nástroj Google OR-Tools. Jaký konkrétní algoritmus byl použit, v jaké konfiguraci a jaké jsou jeho vlastnosti – jedná se o exaktní nebo heuristický přístup?
- 3) Jaká je třída složitosti řešeného rozvrhovacího problému?
- 4) Testovací instance obsahují shodně 16 úloh, což není mnoho. Máte představu o škálovatelnosti navrženého přístupu? Lze jej použít pro instance o 100, 1000 úlohách?

I přes drobné nejasnosti v textu práci celkově považuji za velmi kvalitní a zdařilou. Kladně hodnotím především skutečnost, že kromě návrhu metody a důkladných simulačních experimentů byl navržený přístup úspěšně demonstrován na reálném robotu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 7.6.2023

Podpis: